Canadian Nuclear Safety Commission
Commission canadienne de surete nucleaire

REGULATORY
GUIDE

Human Factors Engineering Program Plans

G-276

June 2003

Canada

REGULATORY DOCUMENTS

The Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) operates within a legal framework that includes law and supporting regulatory documents. Law includes such legally enforceable instruments as acts, regulations, licences and orders. Regulatory documents such as policies, standards, guides, notices, procedures and information documents support and provide further information on these legally enforceable instruments. Together, law and regulatory documents form the framework for the regulatory activities of the CNSC.

The main classes of regulatory documents developed by the CNSC are:

Regulatory policy: a document that describes the philosophy, principles and fundamental factors used by the CNSC in its regulatory program.

Regulatory standard: a document that is suitable for use in compliance assessment and describes rules, characteristics or practices which the CNSC accepts as meeting the regulatory requirements.

Regulatory guide: a document that provides guidance or describes characteristics or practices that the CNSC recommends for meeting regulatory requirements or improving administrative effectiveness.

Regulatory notice: a document that provides case-specific guidance or information to alert licensees and others about significant health, safety or compliance issues that should be acted upon in a timely manner.

Regulatory procedure: a document that describes work processes that the CNSC follows to administer the regulatory requirements for which it is responsible.

Document types such as regulatory policies, standards, guides, notices and procedures do not create legally enforceable requirements. They support regulatory requirements found in regulations, licences and other legally enforceable instruments. However, where appropriate, a regulatory document may be made into a legally enforceable requirement by incorporation in a CNSC regulation, a licence or other legally enforceable instrument made pursuant to the *Nuclear Safety and Control Act*.

103-06056/

REGULATORY GUIDE

Human Factors Engineering Program Plans

G-276

Published by the
Canadian Nuclear Safety Commission
June 2003

Human Factors Engineering Program Plans
Regulatory Guide G-276

Published by the Canadian Nuclear Safety Commission

© Minister of Public Works and Government Services Canada 2003

Extracts from this document may be reproduced for individual use without permission provided the source is fully acknowledged. However, reproduction in whole or in part for purposes of resale or redistribution requires prior written permission from the Canadian Nuclear Safety Commission.

Cat. No. CC173-3/2-276E
ISBN 0-662-34347-6

Également publié en français sous le titre de
Plan de programme d'ingénierie des facteurs humains

Document availability

This document can be viewed on the Canadian Nuclear Safety Commission website (www.nuclearsafety.gc.ca). To order a print copy of the document in English or French, please contact:

Communications and Information Management Directorate
Canadian Nuclear Safety Commission
280 Slater Street
P. O. Box 1046, Station B
Ottawa, Ontario K1P 5S9
CANADA

Telephone: (613) 995-5894 or 1-800-668-5284 (Canada only)
Facsimile: (613) 992-2915
E-mail: publications@cnsc-ccsn.gc.ca

TABLE OF CONTENTS

1.0 PURPOSE 1

2.0 SCOPE 1

3.0 DEFINITIONS 1

4.0 BACKGROUND 1
4.1 Regulatory framework 1
4.2 CNSC licensing process 2
4.3 Legislative basis 2

5.0 HUMAN FACTORS ENGINEERING PROGRAM PLAN 3

6.0 ELEMENTS OF THE HUMAN FACTORS ENGINEERING PROGRAM PLAN 3
6.1 Goals of the Plan 4
6.2 Scope of the Plan 4
6.3 Background of the Activity 4
6.4 Criteria for Determining Areas of Consideration 4
6.4.1 Rationale 4
6.5 Human Factors Input 5
6.5.1 Roles and Responsibilities 5
6.5.2 Training Needs 5
6.5.3 Related Groups 5
6.6 Technical Considerations 5
6.6.1 Technical Basis of the Plan 5
6.6.2 Technical Elements for Review 5
6.6.3 Methods for Addressing the Technical Elements 6
6.6.4 Intended Tools 7
6.6.5 Technical Guides 7
6.7 Processes and Procedures 7
6.7.1 General 7
6.7.2 Timelines 7
6.7.3 Documentation 7
6.7.4 Disposition of Human Factors Issues 8
6.7.5 CNSC Contact 8

REFERENCES 9

HUMAN FACTORS ENGINEERING PROGRAM PLANS

1.0 PURPOSE

This document is intended to assist licensees and licence applicants in developing human factors engineering program planning documentation that demonstrates how human factors considerations are incorporated into activities licensed by the CNSC. Such considerations help satisfy certain regulatory requirements by demonstrating that licensees and applicants have made adequate provision for health, safety and protection of the environment.

2.0 SCOPE

This guide describes the elements of effective human factors engineering program planning documentation for Class I nuclear facilities and uranium mines and mills.

A suggested documentation format is presented in this guide as a Human Factors Engineering Program Plan. However, submission of equivalent documentation that meets the objectives and intent of this guide is also acceptable. The CNSC will also consider the special circumstances of small business when assessing the human factors approach taken by applicants and licensees.

While a Plan, or equivalent documentation, is recommended to ensure the proper development, execution, management, and documentation of the human factors aspect of any licensable activity, it is not the intention of this guide to create unique human factors work methods or processes. Such processes should already be integrated into the normal project design process wherever possible.

3.0 DEFINITIONS

For the purpose of this guide:

- "Human factors" means factors that influence human performance as it relates to the safety of a nuclear facility or activity over all phases, including design, construction, commissioning, operation, maintenance, and decommissioning.
- "Human factors engineering" is the application of knowledge about human capabilities and limitations to plant [facility], system, and equipment design. Human factors engineering ensures that the plant [facility], system, or equipment design, human tasks, and work environment, are compatible with the sensory, perceptual, cognitive, and physical attributes of the personnel who operate, maintain, and support it.
-

4.0 BACKGROUND

4.1 Regulatory Framework

The CNSC is the federal agency that regulates the use of nuclear energy and materials to protect health, safety, security, and the environment, and to respect Canada's international commitments on the peaceful use of nuclear energy.

The CNSC operates under the *Nuclear Safety Control Act* (NSC Act, Act). The Act requires persons or organizations to be licensed by the CNSC in order to carry out the activities referred to

in Section 26 of the *Act*, unless otherwise exempted. The associated regulations stipulate prerequisites for CNSC licensing, and the obligations of licensees and workers.

The *NSC Act* and its regulations contain several provisions that are intended to ensure that interfaces between humans and items involving nuclear substances, prescribed equipment, or nuclear facilities will occur without unacceptable impacts on persons, the environment, or national security.

4.2 CNSC licensing Process

The CNSC applies a phased process to its licensing of nuclear facilities and activities. For major facilities, this process begins with an assessment of the environmental impacts of the proposed project, and proceeds progressively through site preparation, construction, operation, decommissioning and abandonment phases.

The NSC Act and its regulations require licence applicants to provide certain information at each licensing stage. The type and level of detail of this information will vary to accommodate the licensing stage and specific circumstances.

At all licensing stages, applications may incorporate, directly or by reference, new or previously submitted information, in accordance with legislated requirements and the best judgment of the applicant. An application that is submitted at one licensing stage can become a building block for the next stage. Upon receipt of an application that is complete, the CNSC reviews it to determine whether the applicant is qualified to carry on the proposed activity, and has made adequate provision for the protection of the environment, the health and safety of persons, and the maintenance of national security and the measures required to implement international obligations to which Canada has agreed. Safe and reliable human performance plays a major role in overall system safety. If satisfied, the CNSC may issue, renew, amend or replace a licence that contains relevant conditions. Typically, this licence will incorporate the applicant's undertakings, and will contain other conditions that the CNSC considers necessary, including a condition that incorporates or relates to human factors considerations or provisions.

Because safe and reliable human performance is essential in order to assure the overall safety of licensed facilities and activities, the CNSC, when determining whether licence applicants are qualified and have made adequate provision for health, safety and the environment, will consider whether the applicant has made adequate provision for human capabilities and limitations (human factors) as they relate to the safe conduct of the activity to be licensed.

4.3 Legislative basis

Although the NSC Act and its regulations contain no explicit reference to "human factors", they include a number of general provisions that are intended to help assure that interfaces between humans and structures, equipment, or substances during licensed activities occur without unacceptable impacts on persons, the environment, or national security. Many of these provisions are synonymous with the application of common principles of human factors engineering.

Some examples of such generally applicable provisions can be found in the following paragraphs of the *General Nuclear Safety and Control Regulations*:

- Paragraph 3(1)(k). This provision states that an application for a licence shall contain [a description of] "the applicant's organizational management structure insofar as it may bear on the applicant's compliance with the Act and the regulations made under the Act, including the internal allocation of functions, responsibilities and authority".
- Paragraph 3(n). The relevant portion of this paragraph states that an application for a licence shall contain, "at the request of the Commission, any other information that is necessary to enable the Commission to determine whether the applicant (i) is qualified to carry on the activity to be licensed, or (ii) will, in carrying on that activity, make adequate provision for the protection of the environment, [and] the health and safety of persons..."
- Paragraph 12(1)(a). This provision stipulates that "Every licensee shall ensure the presence of a sufficient number of qualified workers to carry on the licensed activity safely and in accordance with the Act, the regulations and the licence".
- Paragraph 12(1)(c). The relevant portion of this provision states that "Every licensee shall take all reasonable precautions to protect the environment and the health and safety of persons ..."

5.0 THE HUMAN FACTORS ENGINEERING PROGRAM PLAN

As described in P-119, *Policy on Human Factors*, it is the policy of the CNSC to consider human factors in the nuclear facilities and activities licensed by the Commission.

A Human Factors Engineering Program Plan (HFEPP) documents the means by which human factors considerations are integrated into activities licensed by the CNSC. Human factors considerations are applicable during all licensing phases from design to decommissioning. Examples of licensable activities for which an HFEPP would be appropriate are the design of a new facility, significant modification to a human-machine interface, or decommissioning activities.

The HFEPP, or equivalent documentation, should describe the human factors considerations and activities that will be implemented to ensure that the system or licensable activity is designed and evaluated according to established human factors principles and practices. The technical elements described in the Plan should be supported by subsequent verification and validation activities for the resulting design (see CNSC Regulatory Guide *G-278, Human Factors Verification and Validation Plans*). For more information on human factors principles and practices relating to design and assessment processes, licensees may consult the CNSC publication INFO-0605, *Human Factors Guides*.

For a given licensable activity, the applicant should demonstrate that each of the human factors technical elements (described in subsection 6.6.2, "Technical Elements for Review") has been addressed and either built into the Plan or deemed not applicable. If the licensee is uncertain about the need for, or the content of, an HFEPP, a preliminary outline may be submitted to the CNSC to initiate discussion. The need for, and the technical elements to be included in, an HFEPP would be established through discussion between the licensee and CNSC staff.

6.0 ELEMENTS OF THE HUMAN FACTORS ENGINEERING PROGRAM PLAN

An effective Human Factors Engineering Program Plan should include information about

- the goals of the Plan,
- the scope of the Plan,
- the background of the activity,

- criteria for determining areas of consideration
- human factors input,
- technical considerations, and
- processes and procedures.

The format presented in this guide is only a suggestion.

6.1 Goals of the Plan

Provide concise statements about the objectives of the Plan. The goals will normally be driven by the nature of the licensable activity. Goal definition early in development is vital to the Plan's effectiveness and validity.

6.2 Scope of the Plan

The scope of the HFEPP should consider safety critical activities and hazardous interactions. It should also specify areas, systems and components involved, and the phases of the licensable activity in which human factors engineering will be incorporated. Adequate justification for any exclusions should also be provided in this section and discussed in the "Criteria" section, as described in subsection 6.4.

The HFEPP should include documentation on any constraints, limitations, and assumptions that apply to the human factors work. These may relate to level of technology, resource limitations, time constraints, consistency and compatibility with existing design or operational features, or any other restrictions or requirements imposed on the project team or the Plan.

6.3 Background of the Activity

Provide a brief description of the licensable activity including purpose, scope, and time frames.

6.4 Criteria for Determining Areas of Consideration

Provide a description of the type of criteria that will be used to determine which aspects of the activity warrant human factors consideration. It is recommended that criteria be based on function, task importance, or risk, and that criteria statements be clear, concise, and objective.

6.4.1 Rationale

Indicate the rationale behind different levels of human factors effort, with an explanation of how such levels of effort reflect established criteria. Some examples of the types of decisions for which rationales would be helpful include:

- The human factors effort being limited to certain areas in a facility,
- Task analysis being restricted to selected tasks,
- The human factors effort being limited to certain project phases.

6.5 Human Factors Input

6.5.1 Roles and Responsibilities

Clearly define the role of any persons performing human factors work associated with the licensable activity for which the Plan is being prepared. Expand on that role definition with a statement about any part of the licensable activity which will require human factors involvement and input.

6.5.2 Training Needs

Familiarity with established human factors principles, benefits, techniques and guidelines is important to successful implementation of the HFEPP. If training in these matters is required by persons performing human factors work associated with the licensable activity, indicate those training needs and the plans for addressing them.

6.5.3 Related Groups

To varying degrees, the human factors elements addressed in the technical basis of the Plan will overlap and interface with other functions and disciplines within the licensable activity. Identify, at a high level, all groups that may be impacted by the Plan, and indicate how their input will be considered or incorporated.

6.6 Technical Considerations

Consideration should be given to the following technical aspects of the HFEPP:

- Technical basis of the Plan
- Technical elements for review
- Methods for addressing the technical elements
- Intended tools
- Technical guides

6.6.1 Technical Basis of the Plan

Clearly state the technical basis for the HFEPP, such as specific licence applicant's policies and procedures for human factors, regulatory documents, and industry documents such as consensus standards and guides.

6.6.2 Technical Elements for Review

The following technical elements should be included in the Plan:

- **human-machine interface system**: any region or point at which a person interacts with a machine
- **human-machine allocation of function**: assigning system functions to human and machine agents (i.e., processes that are automated versus those that are manual)
- **human reliability**: addressing issues pertaining to the probability that an individual or group will adequately perform a given task at the appropriate time

- **job design**: determining how tasks will be grouped together and how work will be coordinated. This will include consideration of the operating states of the facility (i.e., shutdown, start-up, operation, etc.)
- **operating experience review**: the review and use of knowledge gained from nuclear industry operating experience to improve future performance
- **physical working environment**: the total physical environment within which a worker performs his or her tasks
- **activities with potentially hazardous human interactions**
- **procedures development**: the systematic process for the development of work instructions or instruction sets used to accomplish a given task
- **shift-work systems**: all of the schedules implemented in a given workplace to meet the requirements of a given plant or process
- **staffing**: for the purpose of the Human Factors Engineering Plan, the process for determining numbers and placement of appropriate personnel for a given job
- **validation**: the process of determining the degree to which the human-machine system design and supporting mechanisms facilitate the achievement of overall safety and operational goals
- **verification**: the process of demonstrating that equipment and systems have been designed as specified and that adherence to human factors guidelines has been maintained

Provide justification for any omissions of the technical elements. It is expected that additional human factors issues may be identified and may warrant assessment on a case-by-case basis.

For the verification and validation processes, it is often appropriate to develop a separate plan. The CNSC recognizes that a Verification and Validation Plan cannot always be submitted concurrently with the Human Factors Engineering Program Plan. However, a commitment should be made in the HFEPP to submit a Verification and Validation Plan at a later date. For more information on Verification and Validation Plans see CNSC Regulatory Guide G-278, *Human Factors Verification and Validation Plans*.

6.6.3 Methods for Addressing the Technical Elements

Describe the methods and techniques that will be used to address each of the technical elements for review. Examples of methods and techniques might include:

- functional analysis
- task analysis
- human error analysis
- timeline analysis
- physical demands analysis
- verification and validation activities
- communications analysis

Provide a statement for each method, indicating how the output from each analysis and activity will be used. For example: "Task analysis data is used as input to the specification of human-machine interface features".

6.6.4 Intended Tools

Indicate the human factors facilities, equipment and tools that will be used to support the licensable activity. These may include such items as

- simulators,
- laboratories,
- software packages,
- mock-ups, and
- usability trials

6.6.5 Technical Guides

During development of the detailed design phase of a licensable activity, it is expected that various human factors guides will be used to address such topics as

- alarm annunciation;
- abbreviations and acronyms;
- panel device selection and layout; and
- colour usage.

Whether guidelines are developed specifically for the licensable activity to standardize operational practices and conventions, or selected from applicable published material, they should be relevant to the current facility and activity, level of technology, and user population. In addition, all guides should be comprehensive and up to date.

6.7 Processes and Procedures

6.7.1 General

To ensure consistency across the various work elements of the HFEPP, identify the steps required for its implementation.

6.7.2 Timelines

On a timeline, plot the work activities related to human factors to show their place within the project development cycle for the activity to be licensed. Reference to the master project schedule may be appropriate if it incorporates information relevant to the purposes of the timeline.

6.7.3 Documentation

Specify how human factors data will be incorporated into the existing design documentation structure for the project (i.e., activity to be licensed). For large projects, a document hierarchy diagram should be included to illustrate this incorporation.

6.7.4 Disposition of Human Factors Issues

Determine a reasonable method for recording, categorizing, tracking, and responding to the issues and recommendations that arise during implementation of the Plan. Development of the processes and procedures for this aspect of the Plan should take into account the ultimate goals of the human factors work, as well as any anticipated limitations to those goals.

Provide a description of how tracking of unanticipated human factors issues will be conducted to ensure consideration in development of future HFEPP. It is anticipated that project groups affected by the recommendations arising from the human factors work may, at times, disagree with those recommendations. The process for resolving differences of opinion that might be generated by human factors issues should include an explanation of the authority structure to clarify how and by whom final decisions are to be made.

6.7.5 CNSC Contact

Include a proposal for maintaining contact with CNSC staff during Plan implementation, listing proposed submissions supporting the Plan, meetings to discuss progress of the Plan, and communications processes.

REFERENCES

1. *Nuclear Safety and Control Act* and its regulations.
2. CNSC Regulatory Policy P-119, *Policy on Human Factors.*
3. IEEE 1023-1988, *Institute for Electrical and Electronics Engineering Guide for the Application of Human Factors Engineering to Systems, Equipment and Facilities of Nuclear Power Generating Stations.*
4. IEC 964, *Design for Control Rooms of Nuclear Power Plants*, 1989.
5. CNSC Compliance Program 1-22-8-0
6. Stramler, J. H. Jr. *Dictionary for Human Factors/Ergonomics*, Boca Raton: CRC Press, 1992.
7. Wierenga, D. et al. *Procedure Writing: Principles and Practices*, Columbus: Battelle Press, 1993.
8. Goldstein, I. L. *Training in Organizations: Needs Assessment, Development, and Evaluation* (2nd ed.). Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Co.,1986.
9. AECB INFO-0605, Human Factors Guides.
10. NUREG-0711, Human Factors Engineering Program Review Model, U.S. Nuclear Regulatory Commission, July 1994.

Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission

GUIDE
D'APPLICATION DE LA
RÉGLEMENTATION

Plan de programme d'ingénierie des facteurs humains

G-276

Juin 2003

Canada

DOCUMENTS D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) fonctionne à l'intérieur d'un cadre juridique constitué de la législation et, à l'appui, de documents d'application de la réglementation. Le terme « législation » renvoie à différents instruments légaux exécutoires : des lois, des règlements, des permis et des ordres. Quant aux documents d'application de la réglementation – des politiques, des normes, des guides, des avis, des procédures et des documents d'information –, ils soutiennent et expliquent davantage ces instruments. Les activités de réglementation de la CCSN reposent sur ces instruments et ces documents.

Les documents d'application de la réglementation de la CCSN relèvent des principales classes suivantes :

Politique d'application de la réglementation : un document qui décrit la doctrine, les principes et les facteurs fondamentaux utilisés par la CCSN dans son programme de réglementation.

Norme d'application de la réglementation : un document qui peut servir à une évaluation de conformité et qui décrit les règles, les caractéristiques ou les pratiques que la CCSN accepte comme conformes aux exigences réglementaires.

Guide d'application de la réglementation : un document qui sert de guide ou qui décrit des caractéristiques ou des pratiques recommandées par la CCSN et qui, d'après elle, permettent de respecter les exigences réglementaires ou d'améliorer l'efficacité administrative.

Avis d'application de la réglementation : un document qui contient des conseils et des renseignements propres à un cas donné et qui sert à alerter les titulaires de permis et d'autres personnes à propos d'importantes questions de santé, de sûreté ou de conformité auxquelles il faut donner suite en temps utile.

Procédure d'application de la réglementation : un document qui décrit les modalités de travail qu'utilise la CCSN pour administrer les exigences réglementaires dont elle est responsable.

Les politiques, normes, guides, avis et procédures d'application de la réglementation ne créent pas d'exigences exécutoires; ils servent plutôt à étayer les exigences réglementaires énoncées dans les permis, dans les règlements et dans les autres instruments exécutoires. Néanmoins, le cas échéant, un document d'application de la réglementation peut être transformé en instrument exécutoire par son incorporation dans un permis ou un règlement de la CCSN, ou encore dans un autre instrument exécutoire établi en vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

GUIDE D'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION

Plan de programme d'ingénierie des facteurs humains

G-276

Publié par la
Commission canadienne de sûreté nucléaire
Juin 2003

Plan de programme d'ingénierie des facteurs humains
Guide d'application de la réglementation G-276

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2003

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

N° de cat. CC173-3/2-276F
ISBN 0-662-89182-1

Also published in English as
Human Factors Engineering Program Plans

Disponibilité du présent document

Les personnes intéressées pourront consulter le présent document sur le site Web de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (www.suretenucleaire.gc.ca) ou en commander des exemplaires, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Direction des communications et de la gestion de l'information
Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
Case postale 1046, Succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : (613) 995-5894 ou 1 800 668-5284 (au Canada)
Télécopieur : (613) 992-2915
Courriel : publications@cnsc-ccsn.gc.ca

TABLE DES MATIÈRES

1.0 OBJET 1

2.0 PORTÉE 1

3.0 DÉFINITIONS 1

4.0 CONTEXTE 2
- 4.1 Cadre de réglementation 2
- 4.2 Processus de délivrance de permis 2
- 4.3 Fondement législatif du présent guide 3

5.0 PLAN DE PROGRAMME D'INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS 3

6.0 ÉLÉMENTS DU PLAN DE PROGRAMME D'INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS ... 4
- 6.1 Objectifs du plan 4
- 6.2 Portée du plan 4
- 6.3 Contexte de l'activité 5
- 6.4 Critères de détermination des aspects à étudier 5
  - 6.4.1 Motif 5
- 6.5 Données sur les facteurs humains 5
  - 6.5.1 Rôles et responsabilités 5
  - 6.5.2 Besoins en formation 5
  - 6.5.3 Groupes connexes 5
- 6.6 Considérations techniques du plan 6
  - 6.6.1 Fondements techniques du plan 6
  - 6.6.2 Éléments techniques à étudier 6
  - 6.6.3 Méthodes de traitement des éléments techniques 7
  - 6.6.4 Outils prévus 7
  - 6.6.5 Guides techniques 7
- 6.7 Processus et procédures 8
  - 6.7.1 Généralités 8
  - 6.7.2 Calendrier d'exécution 8
  - 6.7.3 Documentation 8
  - 6.7.4 Décision concernant les facteurs humains 8
  - 6.7.5 Liaison avec la CCSN 8

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE 9

PLANS DE PROGRAMME D'INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS

1.0 OBJET

Le présent guide d'application de la réglementation a pour but de guider les titulaires et les demandeurs de permis dans la préparation d'un plan de programme d'ingénierie des facteurs humains (PPIFH) qui indique comment les activités autorisées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) tiennent compte des facteurs humains. Ce plan doit les aider à satisfaire à certaines exigences de la réglementation en démontrant qu'ils ont pris les mesures voulues pour protéger l'environnement et pour préserver la santé et la sécurité des personnes.

2.0 PORTÉE

Le présent guide décrit les éléments nécessaires pour préparer une documentation valable relativement à la planification d'un programme d'ingénierie des facteurs humains pour les installations nucléaires de catégorie I ainsi que pour les mines et les usines de concentration d'uranium.

Il propose une façon de documenter les éléments dans un plan de programme d'ingénierie des facteurs humains. Toutefois, la présentation d'un document équivalent et conforme aux objectifs ainsi qu'à l'intention du guide est aussi acceptable. La CCSN tiendra également compte des conditions ou circonstances particulières des petites entreprises au moment d'évaluer la démarche des demandeurs et des titulaires de permis.

Le plan ou un document équivalent est certes recommandé pour assurer l'élaboration, l'exécution, la gestion et la documentation appropriées des facteurs humains liés à toute activité autorisée, mais le présent guide n'a pas pour but d'imposer une méthode ou un processus unique à cet égard. En fait, les processus en cause devraient figurer autant que possible dans les plans dès la conception du projet.

3.0 DÉFINITIONS

Pour les besoins du présent guide :

- Par « facteurs humains », on entend les facteurs qui ont une incidence sur l'efficacité humaine en ce qui a trait à la sûreté d'une installation ou d'une activité nucléaire à toutes les étapes, notamment la conception, la construction, la mise en service, l'exploitation, la maintenance et le déclassement.
- L'« ingénierie des facteurs humains » est l'application des connaissances sur les capacités et les limites de l'être humain à la conception d'une installation, d'un système et d'équipements. L'ingénierie des facteurs humains fait en sorte que la conception d'une installation, d'un système et d'équipements, les tâches accomplies par des êtres humains et le milieu de travail soient compatibles avec les caractéristiques du personnel qui les fait fonctionner et les entretient sur les plans sensoriel, cognitif et physique et sur le plan des perceptions.

4.0 CONTEXTE

4.1 Cadre de réglementation

La CCSN est l'organisme fédéral qui réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de protéger la santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

La CCSN fonctionne sous le régime de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (*LSRN*). Cette loi exige des personnes ou des organismes qu'ils obtiennent un permis de la CCSN pour exécuter les activités visées par l'article 26, à moins d'en être expressément exemptés. Les règlements connexes précisent les conditions requises pour l'obtention d'un permis de la CCSN ainsi que les obligations des titulaires de permis et des travailleurs.

La *LSRN* et ses règlements comprennent plusieurs dispositions destinées à prévenir les effets négatifs des interfaces entre l'être humain et tout ce qui a trait aux substances nucléaires, à l'équipement réglementé ou aux installations nucléaires sur les personnes, l'environnement ou la sécurité nationale.

4.2 Processus de délivrance de permis

La CCSN suit généralement un processus par étapes pour la délivrance de permis visant des installations ou activités nucléaires. Pour les grandes installations, le processus s'amorce avec une évaluation des incidences environnementales du projet, pour ensuite se poursuivre avec les étapes de la préparation de l'emplacement, de la construction, de l'exploitation, du déclassement et, finalement, de l'abandon de l'installation.

Selon la *LSRN* et ses règlements, le demandeur de permis doit, à chaque étape du processus de délivrance de permis, fournir certains renseignements. Le genre de renseignements ainsi fournis, de même que leur niveau de détail, varient selon l'étape et les circonstances particulières.

À toute étape du processus, la demande peut intégrer directement ou par renvoi, conformément aux exigences réglementaires et selon le bon jugement du demandeur, de nouveaux renseignements ou des renseignements présentés antérieurement. Une demande qui a été soumise à une étape quelconque peut servir de base lors de l'étape suivante.

Sur réception d'une demande dûment remplie, le personnel de la CCSN l'examine pour établir si le demandeur est compétent pour exercer l'activité proposée et s'il a prévu les mesures qui s'imposent pour préserver la santé et la sécurité des personnes, pour protéger l'environnement, pour maintenir la sécurité nationale et pour respecter les obligations internationales que le Canada a assumées. Si elle juge la demande acceptable, la CCSN délivrera, renouvellera, modifiera ou remplacera, le cas échéant, un permis comportant toute condition pertinente. Habituellement, le permis fait état des engagements pris par le demandeur, et il est assorti d'autres conditions que la CCSN juge nécessaires, y compris une condition qui incorpore ou concerne les considérations ou dispositions relatives aux facteurs humains.

L'efficacité humaine, c'est-à-dire un comportement sûr et fiable, est essentielle à la sûreté des installations et activités autorisées. C'est pourquoi, lorsqu'elle veut s'assurer que les demandeurs de permis sont compétents et ont prévu des dispositions adéquates à l'égard de la santé des personnes, de la sûreté et de l'environnement, la CCSN vérifie s'ils ont pris les mesures voulues pour tenir compte des capacités et des limites des êtres humains (facteurs humains) et faire en sorte que l'activité proposée se déroule en toute sécurité.

4.3 Fondement législatif du présent guide

Bien que la *LSRN* et ses règlements n'évoquent pas expressément les « facteurs humains », ils contiennent un certain nombre de dispositions générales. Celles-ci ont pour objet de faire en sorte que l'interaction des êtres humains et des structures, des équipements ou des substances dans le cadre des activités autorisées n'ait pas d'effets négatifs pour les personnes ou pour l'environnement. Bon nombre de ces dispositions consistent à appliquer les principes courants de l'ingénierie des facteurs humains.

Voici certaines de ces dispositions générales tirées du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* :

- Selon l'alinéa 3(1)*k*), la demande de permis doit contenir une description de « la structure de gestion du demandeur dans la mesure où elle peut influer sur l'observation de la [*LSRN*] et de ses règlements, y compris la répartition interne des fonctions, des responsabilités et des pouvoirs ».
- Selon l'alinéa 3*n*), la demande de permis doit comprendre : « sur demande de la Commission, tout autre renseignement dont celle-ci a besoin pour déterminer si le demandeur : i) est compétent pour exercer l'activité visée par la demande, ii) prendra, dans le cadre de l'activité, les mesures voulues pour préserver la santé et la sécurité des personnes ».
- Selon l'alinéa 12(1)*a*), le titulaire de permis doit veiller « à ce qu'il y ait suffisamment de travailleurs qualifiés pour exercer l'activité autorisée en toute sécurité et conformément à la [*LSRN*], à ses règlements et au permis ... ».
- Selon l'alinéa 12(1)*c*), le titulaire de permis doit prendre « toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes ».

5.0 PLAN DE PROGRAMME D'INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS

Comme l'indique la *Politique sur les facteurs humains* (P-119), la CCSN tient compte des questions liées aux facteurs humains dans les installations et les activités nucléaires pour lesquelles elle délivre un permis.

Le plan de programme d'ingénierie des facteurs humains (PPIFH) explique en détail la façon dont les facteurs humains sont intégrés dans les activités exigeant un permis de la CCSN. Les facteurs humains doivent d'ailleurs être pris en compte tout au long du processus, depuis la conception jusqu'au déclassement. Le PPIFH s'applique entre autres à la conception d'une nouvelle installation, à toute modification substantielle envisagée pour une interface homme-machine ou à des activités de déclassement.

Le PPIFH ou le document équivalent décrit les considérations relatives aux facteurs humains et les activités qui seront mises en œuvre pour que le système ou l'activité exigeant un permis soit conçu et évalué conformément aux principes et pratiques établis en matière de facteurs humains. Les éléments techniques doivent être étayés par un plan complet de vérification et de validation de la

conception qui en résulte (voir le guide d'application de la réglementation G-278 de la CCSN intitulé *Plan de vérification et de validation des facteurs humains*). Pour en savoir davantage sur les principes et pratiques liés à la conception et à l'évaluation, on peut consulter en outre la publication INFO-0605 de la CCSN, *Human Factors Guides*.

Pour toute activité autorisée, le demandeur doit démontrer que chacun des éléments techniques des facteurs humains (décrits à la section 6.6.2, « Éléments techniques à étudier ») a été pris en considération puis incorporé au plan ou jugé non applicable. En cas d'incertitude quant à la nécessité ou au contenu d'un PPIFH, il peut soumettre à la CCSN une version préliminaire, aux fins de discussion avec le personnel. La nécessité d'un PPIFH, et les éléments techniques qu'il devrait comporter, doivent être déterminés au moyen de discussions entre le titulaire de permis et le personnel de la CCSN.

6.0 ÉLÉMENTS DU PLAN DE PROGRAMME D'INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS

Un bon plan de programme d'ingénierie des facteurs humains devrait préciser :

- les objectifs du plan,
- la portée du plan,
- le contexte de l'activité,
- les critères de détermination des aspects à étudier,
- les données sur les facteurs humains,
- les considérations techniques,
- les procédés et les méthodes.

Le format présenté dans ce guide n'est qu'une suggestion.

6.1 Objectifs du plan

Préciser en quelques énoncés concis les objectifs du plan, qui sont normalement dictés par la nature de l'activité pour laquelle un permis est demandé. Il est essentiel de déterminer les objectifs dès la conception du projet pour assurer l'efficacité et la validité du plan.

6.2 Portée du plan

Le PPIFH doit englober les activités critiques et les interactions dangereuses relativement à la sûreté. Il précise les zones, les systèmes et les éléments visés ainsi que les étapes incorporant des aspects liés à l'ingénierie des facteurs humains. Cette section explique en outre les exclusions éventuelles, qui sont par ailleurs exposées dans la section 6.4 ci-dessous, sur les critères.

Le PPIFH devrait indiquer en détail les contraintes, limites et hypothèses qui sont liées au programme d'ingénierie des facteurs humains. Il peut s'agir du niveau de technologie, de limites relatives aux ressources, de contraintes de temps, de la cohérence et de la compatibilité par rapport aux particularités conceptuelles ou opérationnelles existantes ou de toute autre restriction ou exigence imposée à l'équipe du projet ou au plan.

6.3 Contexte de l'activité

Décrire brièvement l'activité pour laquelle un permis est demandé, en précisant l'objet, la portée et le calendrier d'exécution.

6.4 Critères de détermination des aspects à étudier

Décrire le type de critères qui serviront à déterminer les aspects de l'activité qui nécessitent la considération des facteurs humains. Il serait souhaitable que ces critères soient fondés sur la fonction, l'importance de la tâche ou le risque et qu'ils soient énoncés de manière claire, concise et objective.

6.4.1 Motif

Préciser le motif des différents niveaux d'activités prévues pour les facteurs humains et expliquer comment ces différentes initiatives reflètent les critères établis. Parmi les décisions pour lesquelles cette justification est utile figurent :

- la décision de limiter l'ingénierie des facteurs humains à certaines zones d'une installation,
- la décision de limiter l'analyse à certaines tâches choisies,
- la décision de limiter l'ingénierie des facteurs humains à certaines étapes du projet.

6.5 Données sur les facteurs humains

6.5.1 Rôles et responsabilités

Définir clairement le rôle de toute personne travaillant à l'ingénierie des facteurs humains relativement à l'activité qui exige un permis et pour laquelle le plan est dressé. Donner plus de détails sur les rôles et expliquer toutes les parties du projet qui exigent des données et une intervention en matière de facteurs humains.

6.5.2 Besoins en formation

Le succès de la réalisation du PPIFH passe par une bonne connaissance des principes, avantages, techniques et lignes directrices ayant trait aux facteurs humains. Si l'équipe responsable des facteurs humains dans le cadre de l'activité qui exige un permis a besoin de formation en cette matière, préciser ces besoins et les plans dressés pour y répondre.

6.5.3 Groupes connexes

Les éléments des facteurs humains qui figurent dans la partie technique du plan chevauchent à des degrés divers d'autres fonctions et disciplines dans le cadre du projet, d'où une interrelation certaine. Indiquer à un niveau élevé tous les groupes qui pourraient être touchés par le plan et préciser comment leur intervention sera prise en compte ou intégrée.

6.6 Considérations techniques du plan

Inclure dans le plan les facteurs techniques ci-dessous :

- fondements techniques du plan,
- éléments techniques à étudier,
- méthodes de traitement des éléments techniques,
- outils prévus,
- guides techniques.

6.6.1 Fondements techniques du plan

Exposer clairement les fondements techniques du PPIFH, dont les politiques et procédures particulières du demandeur de permis à l'égard des facteurs humains, les documents d'application de la réglementation et les documents du secteur (normes consensuelles et guides, par exemple).

6.6.2 Éléments techniques à étudier

Inclure dans le plan les éléments techniques suivants :

- **Système d'interface homme-machine :** tout point où il y a interaction entre un être humain et une machine.
- **Affectation des fonctions aux êtres humains et aux machines :** répartition des fonctions d'un système entre opérateurs et machines (c'est-à-dire processus automatisés et processus manuels).
- **Fiabilité humaine :** résolution des questions liées à la probabilité qu'une personne ou un groupe accomplisse correctement une tâche au moment opportun.
- **Conception des tâches :** détermination de la façon de regrouper les tâches et de coordonner le travail, en tenant compte de l'état de fonctionnement de l'installation (arrêt, mise en route, exploitation, etc.).
- **Étude de l'expérience en exploitation :** étude et application des connaissances acquises de l'expérience en exploitation du secteur nucléaire afin d'améliorer le rendement.
- **Conditions physiques du travail :** environnement physique global dans lequel un travailleur accomplit ses tâches.
- **Activités comportant des interactions risquées pour les êtres humains**.
- **Élaboration de procédures :** processus systématique d'élaboration de consignes et de jeux d'instructions décrivant la façon d'accomplir un travail.
- **Systèmes de postes de travail :** tous les horaires mis en œuvre dans un milieu de travail donné pour satisfaire aux exigences liées à une installation ou à un procédé donnés.
- **Dotation en personnel :** dans le contexte du PPIFH, détermination du nombre et du placement des travailleurs pour l'accomplissement d'une tâche donnée.
- **Validation :** processus visant à établir dans quelle mesure la conception des systèmes homme-machine et des mécanismes qui s'y rattachent contribue au respect des objectifs d'exploitation et de sûreté.
- **Vérification :** processus visant à démontrer que la conception de l'équipement et des systèmes satisfait aux exigences spécifiées et que les lignes directrices concernant les facteurs humains ont été respectées.

Indiquer le motif de toute omission d'éléments techniques. Il se peut que d'autres questions liées aux facteurs humains s'ajoutent, et elles seront évaluées séparément.

Il est souvent souhaitable d'élaborer un plan distinct de vérification et de validation. La CCSN reconnaît en effet qu'il n'est pas toujours possible de soumettre à la fois le plan de vérification et de validation et le PPIFH. Toutefois, le PPIFH doit comporter l'engagement de présenter ultérieurement un plan de vérification et de validation. Pour en savoir davantage sur le plan de vérification et de validation, consulter le guide d'application de la réglementation G-278 de la CCSN.

6.6.3 Méthodes de traitement des éléments techniques

Décrire les méthodes et techniques qui serviront à étudier chacun des éléments techniques en jeu. Exemples de méthodes et de techniques :

- analyse fonctionnelle,
- analyse des tâches,
- analyse des erreurs humaines,
- analyse des calendriers d'exécution,
- analyse des exigences physiques,
- activités de vérification et de validation,
- analyse des communications.

Pour chaque méthode, préciser dans un énoncé à quoi sert le résultat de chaque analyse et activité. Exemple : « Les données produites par l'analyse des tâches servent à préciser les caractéristiques de l'interface homme-machine. »

6.6.4 Outils prévus

Indiquer les installations, équipements et instruments liés aux facteurs humains qui serviront à accomplir l'activité qui exige un permis. Il peut s'agir de :

- simulateurs,
- laboratoires,
- progiciels,
- maquettes,
- tests d'utilisation.

6.6.5 Guides techniques

À l'étape de la conception détaillée du projet, divers guides sur les facteurs humains devraient servir à traiter des sujets comme :

- les indications d'alarme,
- les abréviations et les acronymes;
- le choix des dispositifs et leur disposition sur des panneaux,
- l'utilisation des couleurs.

Que ces guides soient élaborés spécifiquement pour l'activité en vue afin de normaliser les pratiques et les conventions d'exploitation ou qu'ils soient extraits des publications applicables, ils doivent convenir à l'installation, l'activité, le niveau de technologie et les utilisateurs visés. Qui plus est, tous les guides doivent être exhaustifs et à jour.

6.7 Processus et procédures

6.7.1 Généralités

Pour assurer la cohérence entre les divers éléments du PPIFH, indiquer les étapes requises pour la mise en œuvre de ce dernier.

6.7.2 Calendrier d'exécution

Inscrire sur un calendrier d'exécution les activités liées aux facteurs humains pour les situer dans le cycle de réalisation du projet. Il peut être souhaitable de faire référence au plan directeur pourvu que ce dernier contienne de l'information utile sur le déroulement des travaux dans le temps.

6.7.3 Documentation

Décrire comment les données sur les facteurs humains seront incorporées à la structure de la documentation relative à la conception du projet. S'il s'agit d'un projet d'envergure, ajouter un diagramme de la hiérarchie des documents pour illustrer cette introduction de données sur les facteurs humains.

6.7.4 Décision concernant les facteurs humains

Mettre au point une méthode convenable pour consigner, classer, suivre de près les questions et les recommandations découlant de la mise en œuvre du plan, et pour y donner suite. Au cours de l'élaboration des processus et des procédures concernant cet aspect du plan, on tiendra compte des buts ultimes du PPIFH ainsi que des contraintes associées à ces buts.

Décrire la façon d'assurer le suivi des questions imprévues en matière de facteurs humains pour les intégrer dans les futurs plans de programmes d'ingénierie des facteurs humains. Il se peut que les groupes chargés de projets et visés par les recommandations de l'équipe des facteurs humains soient parfois en désaccord avec celles-ci. C'est pourquoi l'exposé de la méthode de résolution des conflits et des divergences d'opinion concernant les facteurs humains doit expliquer la structure d'autorité hiérarchique qui indique clairement par qui et comment les décisions finales sont prises.

6.7.5 Liaison avec la CCSN

Inclure une proposition concernant le maintien de contacts avec le personnel de la CCSN pendant la mise en œuvre du plan et préciser les renseignements à fournir, les réunions à tenir et les méthodes de communication.

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

1. *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et ses règlements d'application.
2. Commission canadienne de sûreté nucléaire. P-119, *Politique sur les facteurs humains*.
3. IEEE 1023-1988, *Institute for Electrical and Electronics Engineering Guide for the Application of Human Factors Engineering to Systems, Equipment and Facilities of Nuclear Power Generating Stations.*
4. IEC 964. *Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance*, 1989.
5. Programme de conformité de la Commission canadienne de sûreté nucléaire. Dossier 1-22-8-0.
6. Stramler, J. H. Jr. *Dictionary for Human Factors/Ergonomics*, Boca Raton, CRC Press, 1992.
7. Wierenga, D. et coll. *Procedure Writing: Principles and Practices*, Columbus, Battelle Press, 1993.
8. Goldstein, I. L. *Training in Organizations: Needs Assessment, Development, and Evaluation*, 2^{e} éd., Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing Co.,1986.
9. Commission de contrôle de l'énergie atomique, document INFO-0605, *Human Factors Guides*.
10. NUREG-0711, Human Factors Engineering Program Review Model, U.S. Nuclear Regulatory Commission, juillet 1994.